

Ⅲ-A102

低繰返し回数時におけるまさ土の液状化挙動

清水建設株式会社
東京理科大学大学院
東京理科大学

正会員 夏井裕崇
学生会員 木下将人 長谷川真吾
正会員 石原研而 塚本良道

1. まえがき

兵庫県南部地震の際に液状化が確認されたポートアイランドなどのまさ土地盤で観測された加速度波形では、主要動の初めの部分で長周期化していたことから、まさ土地盤は余震の後の大きな波が1～2回作用した段階で液状化に至っていたと考えられる。通常、液状化判定に用いられている液状化強度比は繰返し回数が20回のときの応力比を論じるものであり、兵庫県南部地震のように大きな波が1～2回しか作用していない状態を論じるのには不適當であると考えられる。そのため兵庫県南部地震のように大規模な衝撃型の地震動を含めて液状化強度を考慮する場合には、繰返し試験において、応力比が大きく繰返し回数が少ない領域も併せて検討することが必要となると考えられる。そこで本研究では、通常考慮されない応力比の大きい領域に着目した高応力比のサイン波繰返し試験をまさ土について行い、低繰返し回数時の液状化挙動の検討を行った。また、単調載荷による静的試験からこの領域を評価する方法を検討した。

2. 供試体作製及び試験方法

供試体の寸法は直径120mm、高さ240mmであり、ポートアイランド北東部の港島トンネルサイトから採取したまさ土を最大粒径が16mmとなるように粒度調整して用いた。図1に粒度分布を示す。供試体は湿潤締固め法と水中落下法により、圧密後の間隙比が0.360程度となるように作製した。B値が0.96以上であることを確認した後、拘束圧0.098MPaで等方圧密を行った。繰返し試験では周波数0.1Hzのサイン波荷重を載荷させた。

3. 試験結果と考察

図2に高応力比の領域を含む液状化曲線を示す。通常検討される軸ひずみ両振幅5%を生じさせる繰返し回数が20回のときの応力比である液状化強度比を SR_5 とすると、 SR_5 は湿潤締固め法で0.181、水中落下法では0.141が得られている。

繰返し試験は動的載荷用の試験設備が必要とされ、単調載荷による静的試験ほど多くは行われないのが

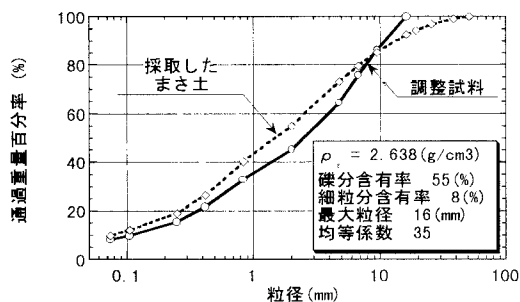


図1 まさ土の粒度分布図

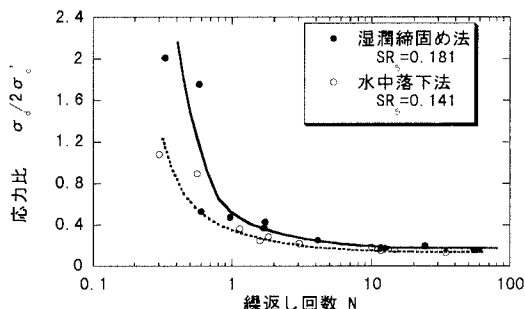


図2 まさ土の液状化曲線 D.A. 5%

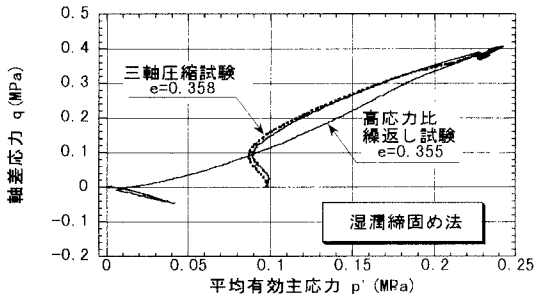


図3 有効応力経路の比較

キーワード 繰返し三軸試験 液状化 まさ土

〒278-8510 野田市山崎 2641 電話番号 0471-24-1501(内線 4056) FAX0471-23-9766

実状である。そこで本研究では、単調載荷による静的試験によって得られた結果から液状化曲線における応力比の大きい領域を検討する方法として、単調載荷の三軸圧縮試験結果における 5%の軸ひずみが生じたときの軸差応力を繰返し試験における応力比に換算し、液状化曲線にプロットすることを試みた。図 3、図 4 は同様な間隙比のまさ土供試体について行われた高応力比のサイン波繰返し試験と、単調載荷(0.5%/min)による三軸圧縮試験の結果を併せて示した有効応力経路と応力ひずみ曲線である。これら

の図からサイン波応力が圧縮側のピークに達するまでは両者がよく一致した挙動を示していることがわかる。ここで三軸圧縮試験の結果について、軸ひずみが 5%の時の軸差応力と換算される応力比、また繰返し試験におけるサイン波応力比の波形が三軸圧縮試験から換算される応力比となるときの繰返し回数を表 1 に示す。

表 1 三軸圧縮試験の繰返し回数

作製方法	軸差応力 (MPa)	応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'$	繰返し回数 N_c
W.T	0.383	1.96	0.26
W.S	0.206	1.05	0.24

図 5 にこれらの値と高応力比の繰返し試験から得られた液状化曲線を併せて示す。三軸圧縮試験から得られた応力比は液状化曲線に対して多少小さい傾向を示しているが、ほぼ液状化曲線で近似できる範囲にあると考えられる。また、繰返し回数は湿潤締固め法で 0.26、水中落下法で 0.24 と、サイン波応力のピークにおける繰返し回数である 0.25 とほぼ等しい。以上から、三軸圧縮試験の応力ひずみ曲線において、軸ひずみが 5%となる軸差応力を応力比に換算し、サイン波の波数を 0.25 波と近似して通常行われる応力比 0.5 程度までの繰返し試験の結果を用いることにより、液状化曲線における応力比の大きい領域を検討することが可能であると考えられる。

ここで、三軸圧縮試験結果と繰返し試験結果との間

には繰返し回数の差が生じているが、この原因にはまさ土が細粒分を含むため載荷時間の早い繰返し試験では細粒分が持つ時間依存性により強度が大きくなってしまいうということと、粒径の大きい礫分が骨格を形成しているため骨格が崩れる際にひずみ量の発生の方にばらつきがあるということなどが挙げられる。

4. まとめ

本研究では兵庫県南部地震のように大規模な地震を評価する方法として、高応力比のサイン波繰返し試験を行った。また、三軸圧縮試験の結果から液状化曲線における応力比の大きい領域を評価するための方法を提案した。これらの方法で求められた液状化曲線における高応力比の領域は、衝撃型の地震動などによる液状化強度を評価するために有用であると考えられるが、未だ研究事例は少ない。今後は相対密度や試料を変えてデータを蓄積し、実地盤の挙動に適した検討法を確立していくことが必要となると考えられる。

＜参考文献＞ (1)H.Nagase, K.Ishihara; "Effects of load irregularity on the cyclic behaviour of sand". Soil Dynamics and Earthquake Eng. 1987. Vol.6, No.4 pp.239-249 (2)安田進; "液状化の評価から対策工まで", 鹿島出版会 (1995)

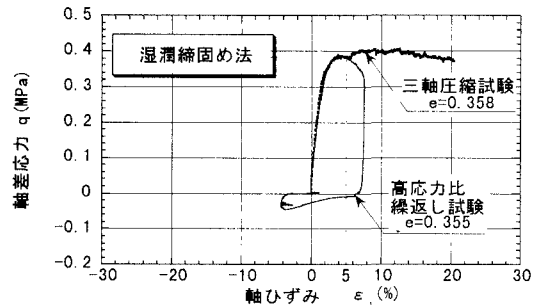


図 4 応力ひずみ曲線の比較

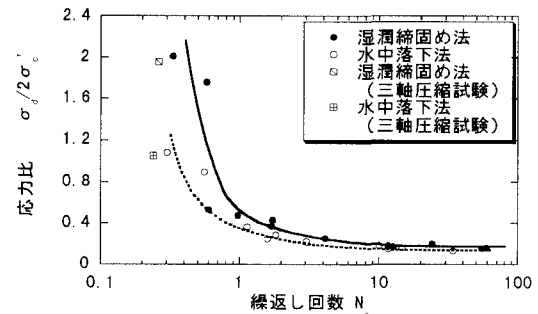


図 5 三軸圧縮試験との対応 D. A. 5%